

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства та
природокористування
Навчально-науковий інститут водного господарства та
природооблаштування
Кафедра водної інженерії та водних технологій

01-01-47

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання курсової роботи «Інженерні технології в зоні надмірного зволоження»

для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня
за освітньо-професійною програмою «Водна інженерія та
водні технології» спеціальності 194 «Гідротехнічне будівництво,
водна інженерія та водні технології»
денної та заочної форми навчання

Рекомендовано
науково-методичною радою
з якості ННІВГП
Протокол № 6
від 28.02.2020 р.

Методичні вказівки до виконання курсової роботи «Інженерні технології в зоні надмірного зволоження» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Водна інженерія та водні технології» спеціальності 194 «Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології» денної та заочної форми навчання [Електронне видання] / Рокочинський А. М., Турченко В. О., Волк П. П., Козішкурт С. М., Коптюк Р. М. – Рівне : НУВГП, 2020. – 37 с.

Укладачі: Рокочинський А. М., д.т.н., професор кафедри водної інженерії та водних технологій; Турченко В. О., д.т.н., професор кафедри водної інженерії та водних технологій; Волк П. П., к.т.н., доцент кафедри водної інженерії та водних технологій; Козішкурт С. М. к.т.н., доцент кафедри водної інженерії та водних технологій; Коптюк Р. М., к.т.н., доцент кафедри водної інженерії та водних технологій.

Відповідальний за випуск : Волкова Л. А., к.с.-г.н., професор, завідувач кафедри водної інженерії та водних технологій.

Керівник групи
забезпечення спеціальності

Хлапук М. М.

© А. М. Рокочинський,
В. О. Турченко, П. П. Волк,
С. М. Козішкурт, Р. М. Коптюк
© НУВГП, 2020

ЗМІСТ

1. Загальні положення	4
2. Склад курсового проекту	4
3. Методичні вказівки до виконання курсового проекту	5
3.1. Техніко-економічні показники	5
3.2. Вступ	5
3.3. Природні умови території, що осушується	6
3.4. Сільськогосподарське використання осушуваних земель і необхідний водно-повітряний режим ґрунтів...	6
3.5. Водно-балансові розрахунки	7
3.6. Методи і способи осушення земель. Елементи осушувальної системи	11
3.7. Проектування осушувальної мережі в плані	11
3.7.1. Визначення відстаней між дренами	13
3.8. Визначення розмірів поперечного перерізу провідних каналів і закритих колекторів	16
3.8.1. Визначення розмірів поперечного перерізу нерозрахункових каналів	16
3.8.2. Визначення розмірів поперечного перерізу розрахункового магістрального каналу	17
3.8.2.1. Визначення розрахункових витрат води	17
3.8.2.2. Гідравлічні розрахунки. Встановлення параметрів магістрального каналу	18
3.8.3. Розрахунок закритих колекторів	21
3.8.4. Складання поздовжніх профілів відкритих каналів і закритих колекторів	25
3.9. Регулювання водного режиму ґрунтів	27
3.10. Дорожня мережа і споруди на осушувальній системі....	27
3.11. Заходи з охорони довкілля	28
3.12. Об'єми земляних робіт і вартість будівництва осушувальної систем.....	29
Рекомендована література	31
Додаток 1. Таблиця 1. Вихідні ґрунтово-геологічні умови	33
Таблиця 2. Причини надмірного зволоження земель...	34
Таблиця 3. Вихідні природно-кліматичні умови	35
Додаток 2. Таблиця 4. Розрахункові схеми сівозмін.....	36
Таблиця 5. Врожайність сільгоспкультур.....	36
Додаток 3. Таблиця 6. Техніко-економічні показники проекту.....	37

1. Загальні положення

Дані методичні вказівки призначені для надання допомоги студентам при виконанні курсового проекту на тему «Інженерні технології в зоні надмірного зволоження».

При виконанні курсового проекту студенти повинні навчитися сучасним методам проектування осушувальних систем залежно від конкретних природно-кліматичних умов. У проекті осушення земель повинні бути розглянуті й обґрунтовані:

1) заходи щодо забезпечення створення і підтримання в корене-вмісному шарі ґрунту оптимального водно-повітряного режиму відповідно до ДБН В. 2.4.–1–99 «Меліоративні системи і споруди»;

2) максимальне використання осушуваних земель під сільсько-господарські культури;

3) заходи щодо охорони довкілля.

Виконання курсового проекту допоможе студентам оволодіти прийомami самостійного проектування, навчить користуватися довідковою і нормативною літературою.

Студенти-заочники повинні виконувати курсовий проект після вивчення теоретичної частини курсу і виконання контрольної роботи.

2. Склад курсового проекту

Курсовий проект з осушення земель складається з розрахунково-пояснювальної записки і креслень.

Розрахунково-пояснювальна записка повинна включати:

1. Титульний лист.
2. Зміст проекту.
3. Завдання на курсовий проект і вихідні дані до проекту.
4. Техніко-економічні показники проекту.
5. Вступ.
6. Природні умови території, що осушується.
7. Сільськогосподарське використання осушуваних земель і необхідний водно-повітряний режим ґрунтів.
8. Водно-балансові розрахунки.
9. Методи і способи осушення земель. Елементи осушувальної системи.
10. Проектування осушувальної мережі в плані.
 - 10.1. Визначення відстаней між дренами.

11. Визначення розмірів поперечного перерізу провідних каналів і закритих колекторів.
 - 11.1. Визначення розмірів поперечного перерізу бокових нерозрахункових каналів.
 - 11.2. Визначення розрахункових витрат води магістрального каналу.
 - 11.3. Гідравлічні розрахунки і встановлення розмірів поперечного перерізу магістрального каналу.
 - 11.4. Розрахунок закритих колекторів.
12. Складання поздовжніх профілів відкритих каналів і закритих колекторів.
13. Регулювання водного режиму ґрунтів.
14. Дорожня мережа і споруди на осушувальній системі.
15. Заходи з охорони довкілля.
16. Об'єми земляних робіт і вартість будівництва осушувальної системи.
17. Використана література.

Курсовий проект включає такі креслення:

1. План осушувальної системи М 1:5000.
2. План типової ділянки гончарного дренажу М 1:2000.
3. Поздовжні профілі по магістральному каналу і боковому нерозрахунковому відкритому колекторі в масштабах: горизонтальному 1:5000 і вертикальному 1:100.
4. Поздовжні профілі по двох закритих колекторах І і ІІ порядків в масштабах: горизонтальному 1:2000 і вертикальному 1:100.

3. Методичні вказівки до виконання курсового проекту

3.1. Техніко-економічні показники проекту

Техніко-економічні показники подають у вигляді таблиці (додаток 3, табл. 6) після виконання інженерно-економічних розрахунків.

3.2. Вступ

У вступній частині коротко висвітлюють розвиток, значення і перспективи меліорації земель в Україні, а також цілі і задачі, які вирішуються проектом (розширення орних земель за рахунок нового

будівництва, реконструкція існуючих систем з метою підвищення родючості заболочених і перезволожених земель, підвищення прибутків з осушуваних земель). Тут же наводять перелік вихідних даних, які покладені в основу проекту.

3.3. Природні умови території, що осушується

У характеристиці природних умов необхідно описати такі дані:

1) місце розташування об'єкта (область, сільськогосподарське підприємство), площа осушення бруто $A_{ер,м}$;

2) топографічні і гідрографічні умови об'єкта – конфігурація осушуваної ділянки, розміщення водотоків, дані, якщо такі є, про витрати води і розміри поперечного перерізу водотоків, рельєф і похили поверхні землі;

3) кліматичні умови – загальна кліматична характеристика району, середні за рік і за вегетаційний період опади і дефіцити вологості повітря;

4) короткі відомості про геологічну будову, ґрунти і гідрогеологічні умови об'єкта, коефіцієнти фільтрації ґрунтів;

5) причини надмірного зволоження земель.

Вихідні дані приймаються з додатку 1, таблиці 1, 2 і 3, з плану, а також із довідкової літератури. Для характеристики природно-кліматичних умов об'єктів осушення можна використовувати також матеріали реальних проектів.

У кінці цього пункту треба вказати, що для ефективного використання ці перезволожені землі необхідно осушувати.

3.4. Сільськогосподарське використання осушуваних земель і необхідний водно-повітряний режим ґрунтів

Мінеральні перезволожені землі після осушення доцільно використовувати під посів ярих і озимих зернових, кормових і овочевих культур. У заплавах річок, які під час весняної повені затоплюються, озимі зернові не вирощують. У курсовому проекті розрахункову сівозміну і проектну врожайність сільськогосподарських культур відповідно до варіанту завдань приймають по додатку 2, таблиці 4 і 5 і заносять в табл 1.

Таблиця 1

**Використання осушуваних земель і норми осушення
сільськогосподарських культур**

№ по- ля	Сільськогосподарська культура	Площа нетто, A_{nt} , га	Проектна врожайність, $У$, т/га	Норми осушення, м	
				на посівний період	середня за вегетацію
1.	Кукурудза на силос	56,0	50	0,50	1,0
2.					
...					

Осушуваний масив буде використовуватись в одній сівозміні. Середня площа нетто одного поля A_{nt} буде становити

$$A_{nt} = A_{gr_m} \cdot \frac{KЗВ}{n} = \frac{A_{nt_m}}{n}, \text{ га,}$$

де A_{gr_m} - площа бруutto масиву в га, визначається по плану в межах площі осушення; A_{nt_m} - площа нетто масиву в га, $A_{nt_m} = A_{gr_m} \cdot KЗВ$; $KЗВ$ – коефіцієнт земельного використання; при осушенні гончарним дренажем $KЗВ = 0,92 \dots 0,96$; n – кількість полів сівозміни.

Фактичні площі окремих полів можуть відрізнятися від середніх значень до 15...20% в зв'язку з тим, що межі полів, як правило, призначають по каналах, дорогах і границях дренажних систем.

Для всіх сільськогосподарських культур встановлюють норми осушення на посівний період і середні за вегетацію. Ці дані також заносяться в табл. 1.

3.5. Водно-балансові розрахунки

Водно-балансові розрахунки виконують для прогнозування водного режиму осушуваної території і встановлення потреби в додатковому зволоженні.

Розрахунки водного режиму кореневмісного шару ґрунту проводять для всіх культур сівозміни для середнього, сухого і дуже посушливого вегетаційних періодів із забезпеченістю (ймовірністю перевищення) за опадами 50, 75 і 90%, а за дефіцитами вологості повітря відповідно 50, 25 і 10%.

Розрахунки водного балансу виконують за формулою

$$\pm M = W_{np} + N_e - E, \text{ м}^3/\text{га},$$

де M – показник водного балансу, $\text{м}^3/\text{га}$; при від’ємному його значенні у вегетаційний період буде спостерігатись дефіцит ґрунтової вологи і необхідне додаткове зволоження сезонною нормою M ; при додатньому значенні показника водного балансу у ґрунті буде надлишок вологи, який необхідно відвести для підтримання у кореневмісному шарі ґрунту допустимих запасів вологи; W_{np} – запас продуктивної вологи в ґрунті на початок вегетаційного періоду, $\text{м}^3/\text{га}$; N_e – ефективні опади за вегетаційний період, $\text{м}^3/\text{га}$; це та частина опадів, яка надходить у ґрунт і збільшує запаси продуктивної вологи; E – сумарне випаровування (водоспоживання) рослинами і ґрунтом за вегетаційний період, $\text{м}^3/\text{га}$.

Складові рівняння водного балансу визначають так:

1. Запас продуктивної вологи на початок вегетаційного періоду W_{np} приймають з табл. 3 додатку 1 відповідно варіанту. При цьому до культур пізнього посіву відносять пізню капусту, кукурудзу, картоплю, помідори, інші – це культури раннього посіву.

2. Ефективні опади за вегетаційний період N_e розрахункового року визначають за формулою

$$N_e = 10 K_e \cdot h_p, \text{ м}^3/\text{га},$$

де K_e – коефіцієнт використання опадів; для середнього року $K_e=0,65$; для сухого року $K_e=0,70$; для дуже посушливого року $K_e=0,80$; h_p – сума опадів за вегетаційний період розрахункового року, мм.

для середнього року $h_p = h_o$;

для сухого року $h_p = 0,75 h_o$;

для дуже посушливого року $h_p = 0,65 h_o$;

h_o – норма опадів за вегетаційний період в мм; приймають з табл. 3 додатку 1.

Розрахунок прихідних елементів водного балансу виконують з табл. 2.

3. Сумарне випаровування за вегетаційний період E на осушуваних землях України визначається за формулою А.М. Янголя

$$E = \alpha Y + n \sum D_p, \text{ м}^3/\text{га},$$

де α - коефіцієнт, що залежить від виду сільськогосподарських культур; U – проектна врожайність сільськогосподарських культур в т/га; n – коефіцієнт, що залежить від середньої за вегетаційний період глибини залягання рівня ґрунтових вод. Значення коефіцієнтів α , n і U приймаються за табл. 3.

Таблиця 2

Прихідні елементи водного балансу

Сільськогосподарська культура	W_{np} , м ³ /га	N_e , м ³ /га			$W_{np} + N_e$, м ³ /га		
		середній рік	сухий рік	дуже посушливий рік	середній рік	сухий рік	дуже посушливий рік
Багаторічні трави	1750	2242,5	1811,2	1794	3992,5	3561,2	3544
Картопля	1580	2242,5	1811,2	1794	3822,5	3391,2	3374

Таблиця 3

Значення коефіцієнтів α , n і U

Сільськогосподарська культура	Основна продукція	U , т/га	α	n
Багаторічні трави	сіно	4,0...8,0	187,5	4,4
Багаторічні трави	зелена маса	20...30	50,7	4,4
Однорічні трави	зелена маса	20...30	61,3	3,8
Зернові ярі	зерно	3,0...3,6	70,6	3,8
Зернові озимі	зерно	2,9...3,5	70,6	3,8
Кукурудза	зелена маса	25...40	19,2	2,7
Зернобобові	зелена маса	30...35	100,8	3,1
Картопля	бульби	19...25	57,1	2,7
Кормові коренеплоди	корені	37...41	24,6	3,1
Буряки цукрові	корені	41...45	46,0	3,1
Буряки столові	корені	40...45	26,4	3,1
Капуста	головки	30...35	36,3	3,1
Морква	корені	40...45	38,2	3,1
Томати	плоди	20...25	24,3	3,1
Льон	волокно+зерно	0,6...0,7	580	3,8

ΣD_p – сума середньодобових дефіцитів вологості повітря за вегетаційний період розрахункового року, мм. Для середнього року $\Sigma D_p = \Sigma D_o$, сухого року $\Sigma D_p = 1,2 \Sigma D_o$, дуже посушливого року $\Sigma D_p = 1,35 \Sigma D_o$; ΣD_o – сума середньодобових дефіцитів вологості повітря для середнього року (норма), мм, приймається з табл. 3 додатку 1.

Розрахунок сумарного випаровування виконується в табл. 4.

Таблиця 4

Сумарне випаровування сільськогосподарськими культурами E

Сільськогосподарська культура	Основна продукція	α	Y , т/га	n	E , м ³ /га		
					середній рік	сухий рік	дуже посушливий рік
Багаторічні трави	сіно	187,5	5,0	4,4	3951,3	4554,3	5006,4
Картопля	бульби	57,1	20,0	2,7	2991,5	3363,5	3638,8

Підсумковий розрахунок водного балансу зводять в таблицю 5.

Таблиця 5

Водний баланс сільськогосподарських культур M

Сільськогосподарська культура	$W_{np}+N_e$, м³/га	E , м³/га	M , м³/га	
			+	-
середній рік				
Багаторічні трави	3992,5	3951,5	41,0	
Картопля	3822,5	2991,5	831,0	
сухий рік				
Багаторічні трави	3561,2	4554,3		993,1
Картопля	3391,2	3363,4	27,8	
дуже посушливий рік				
Багаторічні трави	3544,0	5006,4		1462,4
Картопля	3374,0	3638,8		264,8

Розрахунки водного балансу бажано виконувати на ПЕОМ.

На основі водно-балансових розрахунків роблять такі висновки. Якщо в розрахунковий сухий рік для більшості сільськогосподарських культур показник водного балансу від'ємний ($-M$), то в ґрунті буде дефіцит води, тому для вирощування високих і стійких врожаїв сільськогосподарських культур в таких умовах потрібне додаткове зволоження. Якщо ж дефіциту води в ґрунті немає ($+M$), то доцільна тільки осушувальна система.

3.6. Методи і способи осушення земель. Елементи осушувальної системи

Методи осушення призначають залежно від джерел водного живлення та причин надмірного зволоження. На об'єктах ґрунтового водного живлення на водопроникних ґрунтах призначають метод осушення – зниження рівня ґрунтових вод на водорозділах і пологих схилах при атмосферному водному живленні і слабководопроникних ґрунтах метод осушення буде прискорення стоку поверхневих вод. При наявності припливу води з прилеглих територій призначають огородження осушуваної ділянки.

Основний спосіб осушення орних земель із мінеральними ґрунтами – закритий горизонтальний дренаж (гончарний або пластмасовий). По межах осушуваної території в місцях припливу поверхневих і ґрунтових вод проектують нагірно-ловильні канали.

Встановлені методи і способи осушення слід застосовувати у комплексі з: 1) заходами по організації поверхневого стоку (вирівнюванням і плануванням поверхні землі, засипанням невеликих понижень тощо); 2) агро меліоративними заходами, спрямованими в першу чергу на збільшення водопроникності ґрунтів (глибоке рихлення ґрунтів).

Проект осушення земель повинен включати такі основні елементи: 1) відкриту провідну і огорожувальну мережу каналів; 2) закритий горизонтальний дренаж; 3) гідротехнічні споруди; 4) дорожню мережу.

3.7. Проектування осушувальної мережі в плані

Осушувальна мережа складається з регулюючої, провідної і огорожувальної.

Провідна мережа проектується, в першу чергу, по пониженнях місцевості (тальвегах). При необхідності проектуються додаткові колектори на схилах. При площі водозбору більше 15...20 га провідна мережа проектується у вигляді відкритих каналів, при меншій – у вигляді закритих колекторів. Довжину відкритих колекторів приймають до 1000...1500 м, закритих колекторів – до 600...800 м.

Між елементами проноу довжину приймають в межах від 30...50 до 200 м. Відстань між дренами визначають за формулами (див. п. 3.7.1). На плані дрени проектують так: на ділянках із похилами поверхні землі менше 0,005 дрени розміщують в основному в напрямку похилу поверхні землі, на ділянках з похилами поверхні землі більше 0,005 – впоперек похилу поверхні землі, під гострим кутом до горизонталей (щоб дрени мали похили 0,004...0,006).

У курсовому проекті задано два типи ґрунтів із різними коефіцієнтами фільтрації: на основній частині і на понижених ділянках. Тому і відстані між дренами на різних ділянках проектують різні. На плані показують границі цих ділянок і відстані між дренами на них.

По межі осушувального масиву в місцях притоку поверхневих і ґрунтових вод із прилеглих територій проектують нагірно-ловильні канали.

У плані всі елементи осушувальної мережі слід з'єднувати під кутом від 60^0 до 90^0 .

Проектування осушувальної мережі починають із нижніх ділянок, потім переходять до верхніх.

Зразок плану осушувальної системи показано на рис. 1.

Порядок проектування осушувальної мережі в плані:

1. На основному плані М 1:5000 вивчають рельєф поверхні землі, визначають понижені ділянки (тальвеги, «блюдця») і водорозділи. Тальвеги попередньо показують штриховими лініями, водорозділи – штрих-пунктирами.

2. По існуючому водотоку проектують магістральний канал. Через понижені ділянки проводять бокові осушувальні канали.

3. На плані вибирають типову ділянку площею 50...80 га для детального проектування дренажу. Межами цієї ділянки повинні бути природні об'єкти і елементи рельєфу – річки, канали, тальвеги, водорозділи, границі осушуваної території.

План типової ділянки викреслюють в М 1:2000 (збільшують в 2,5 рази) і показують на ній водоприймач і вже запроектовані канали (рис.2).

4. На типовій ділянці проектують всю провідну і регулюючу мережу. Спочатку проектують по пониженнях закриті колектори. Потім проектують регулюючі дрени. На ділянках із похилами поверхні землі до 0,005 в бік колектора дрени підключають безпосередньо до закритих колекторів. Коли відстань між колекторами перевищує допустиму довжину дрен, проектують додаткові колектори (наприклад, колектор 4.2 Д_р на рис.1).

На ділянках із похилами поверхні землі більше 0,005 дрени підключають не в основні колектори I порядку, а в додаткові колектори II порядку, які підключають до колекторів I порядку. У цьому випадку дрени проектують приблизно паралельно колектору I порядку.

5. Проектують провідну й огорожувальну мережу на основному плані. Для цього спочатку переносять із типової ділянки вже запроектовану провідну мережу. Використовуючи принципи проектування на типовій ділянці допроектовують по всій площі провідну й огорожувальну мережу.

Огорожувальну мережу у вигляді нагірно-ловильних каналів проектують по границі осушуваної території, в місцях можливого надходження поверхневих і ґрунтових вод із прилеглих земель.

На планах відкрити осушувальну мережу показують суцільними синіми лініями, закриті колектори – штриховими синіми лініями. Елементи осушувальної мережі позначають буквами «Д». Магістральний канал позначається ГД, інші елементи провідної мережі мають цифрову індексацію перед буквою «Д» (наприклад, відкриті колектори нумерують 1Д, 2Д, 1.2Д і т.д.), в буквених позначеннях закритих колекторів до букви «Д» додається індекс «р» (наприклад, 2.1Д_р). Огорожувальну мережу позначають з індексом «л» (наприклад, 2.2Д_л), зволожувальну – з індексом «у» (наприклад, 2.3 Д_у). По розрахункових дренажних системах нумерують дрени (знизу до верху) і показують їх довжини.

На планах показують також напрям течії води в каналах, закритих колекторах і дренах. На основному плані регулюючі дрени не показують, але показують напрям їхнього розміщення.

3.7.1. Визначення відстаней між дренами

Відстані між дренами в курсовому проекті необхідно визначати для двох ґрунтів – для основної частини системи і для понижених ділянок.

Для кожного типу ґрунтів відстань між дренами слід визначати за декількома формулами.

Тут наведено формули А.М. Янголя і Г.І. Сапсая для визначення відстані між дренами в режимі осушення. Якщо проектується осушувально-зволожувальна система, то відстань між дренами слід визначати також і за формулою для режиму зволоження.

Формула А.М. Янголя для визначення відстані між дренами в режимі осушення (рис.3).

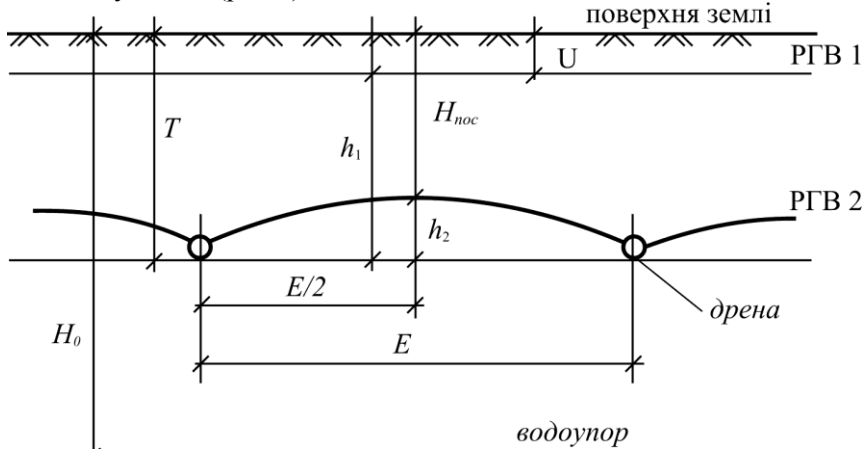


Рис.3. Розрахункова схема для визначення відстані між дренами

$$E = 2 \sqrt{\frac{k \cdot t_p \cdot h_1 \cdot h_2 \cdot B}{\beta(h_1 - h_2 \cdot \alpha) + N - e}}, \text{ м,}$$

де E – відстань між дренами, м; k – коефіцієнт фільтрації ґрунту, м/добу (вихідні дані); t_p – розрахунковий передпосівний період зниження рівня ґрунтових вод посередині між дренами від U до $H_{\text{нос}}$, приймається в межах 10...15 діб; U – глибина залягання рівня ґрунтових вод на початку розрахункового передпосівного періоду, становить 0...0,1 м; $H_{\text{нос}}$ – необхідна глибина залягання рівня ґрунтових вод (норма осушення) посередині між дренами на кінець передпосівного періоду, приймається 0,5...0,6 м.; T – розрахункова глибина закладання дрени, приймається 1,0...1,2 м; h_1 – напір води на початку розрахункового передпосівного періоду, м.; h_2 – напір води посередині між дренами наприкінці розрахункового періоду, м.

$$h_1 = T - U, \text{ м}; \quad h_2 = T - H_{\text{нос}}, \text{ м}.$$

B – коефіцієнт висячості дрени, визначається за формулою В.С. Козлова

$$B = 1 + 5,5 \sqrt{\frac{H_0 - T}{H_0} \cdot \frac{r_0}{T}},$$

H_0 – потужність водопроникного шару (глибина залягання водоупору, вихідні дані), м; r_0 – зовнішній радіус дрен, приймають 0,035 м; β – коефіцієнт водовіддачі ґрунту, для мінеральних ґрунтів визначають за формулою Г.Д. Єркіна

$$\beta = 0,056 k^{0,5} \cdot (H_{\text{нос}} - U)^{0,33},$$

α – коефіцієнт, що враховує кривизну депресійної поверхні, для закритих дрен приймають 0,8...1,0; N – опади за розрахунковий передпосівний період; для року 10%-ої забезпеченості, приймають 0,03...0,05 м; e – випаровування за той самий період, приймають 0,01 м.

Формула Г.І. Сапсая для визначення відстані між осушувальними дренами

$$E = A \sqrt{\frac{k}{\beta}} \cdot K_T \cdot K_t \cdot K_\alpha, \text{ м},$$

де A – емпіричний параметр, який залежить від річної норми опадів N :

$$\begin{aligned} \text{при } N = 500 \dots 600 \text{ мм} \quad A &= 5,2; \\ \text{при } N = 600 \dots 700 \text{ мм} \quad A &= 4,8; \\ \text{при } N = 700 \dots 800 \text{ мм} \quad A &= 4,4. \end{aligned}$$

K_T – коефіцієнт, який залежить від глибини закладання дрен T :

$$\begin{aligned} \text{при } T = 1,0 \text{ м} \quad K_T &= 0,75; \\ \text{при } T = 1,1 \text{ м} \quad K_T &= 0,87; \\ \text{при } T = 1,2 \text{ м} \quad K_T &= 1,0. \end{aligned}$$

K_t – коефіцієнт, який залежить від тривалості розрахункового передпосівного періоду:

$$\begin{aligned} \text{при } t = 10 \text{ діб} \quad K_t &= 1,12; \\ \text{при } t = 12 \text{ діб} \quad K_t &= 1,22; \\ \text{при } t = 14 \text{ діб} \quad K_t &= 1,32; \\ \text{при } t = 16 \text{ діб} \quad K_t &= 1,41. \end{aligned}$$

K_α - коефіцієнт, який залежить від глибини залягання водоупору від дна дрена H_0 :

$$\text{при } H_0 = 0 \quad K_\alpha = 0,77;$$

$$\text{при } H_0 = 1 \text{ м} \quad K_\alpha = 0,97;$$

$$\text{при } H_0 = 2 \text{ м} \quad K_\alpha = 1,0;$$

$$\text{при } H_0 = 5 \text{ м} \quad K_\alpha = 1,08.$$

Із визначених відстаней між дренами приймають середні, які заокруглюють до цілих парних чисел.

3.8. Визначення розмірів поперечного перерізу провідних каналів і закритих колекторів

При визначенні розмірів поперечного перерізу і проектуванні спряження у вертикальній площині провідні канали поділяють на дві категорії: канали площею водозбору менше 5 км^2 називають *нерозрахунковими* і канали площею водозбору понад 5 км^2 називають *розрахунковими*.

3.8.1. Визначення розмірів поперечного перерізу нерозрахункових каналів

Форма поперечного перерізу приймається трапецієвидна (рис.4). Глибина каналів T приймається більшою за глибину впадаючих закритих дрена і колекторів $T_{др}$ не менше ніж на $0,3 \dots 0,5 \text{ м}$ або не менше ніж на $0,2 \dots 0,3 \text{ м}$. за глибину впадаючих відкритих каналів $T_{вк}$, тобто:

$$T_1 = T_{др} + (0,3 \dots 0,5 \text{ м});$$

$$T_2 = T_{вк} + (0,2 \dots 0,3 \text{ м}).$$

Із визначених значень T приймають більше.

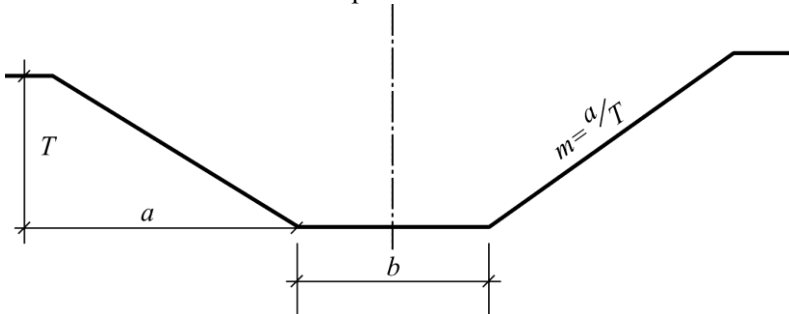


Рис.4. Трапецієвидна форма поперечного перерізу каналу

Ширину каналів по дну «*b*» приймають 0,6...0,8 м. Закладання укосів встановлюють залежно від ґрунтів: для глинистих ґрунтів $m = 1,0$, для суглинистих $m = 1,5$, для піщаних ґрунтів $m = 2,0$.

3.8.2. Визначення розмірів поперечного перерізу розрахункового магістрального каналу

Розміри поперечного перерізу розрахункових каналів встановлюють із умов проходження розрахункових витрат води і умов спряження у вертикальній площині.

3.8.2.1. Визначення розрахункових витрат води

Розрахункові витрати води приймають такі: при використанні осушуваних земель під посіви багаторічних трав, ярих зернових, овочевих і технічних культур – 1) посівну витрату Q_{noc} 10% забезпеченості; 2) високу літню витрату $Q_{вл}$ 10% забезпеченості; 3) меженну витрату $Q_{меж}$ 50% забезпеченості. Якщо в складі сівозміни є озимі зернові, то додатково визначають витрату весняної повені $Q_{вп}$ 10% забезпеченості.

Розрахункові витрати Q для будь-якого періоду визначають як

$$Q = q \cdot A_a, \text{ м}^3 / \text{с},$$

де q – модуль стоку відповідного періоду в $\text{м}^3/(\text{с} \cdot \text{км}^2)$, приймають з табл. 6.; A_a – площа водозбору магістрального каналу на ПК0 в км^2 .

Таблиця 6

Розрахункові модулі стоку

Витрати	Розрахункові модулі стоку q , $\text{м}^3/(\text{с} \cdot \text{км}^2)$	
	північні, поліські райони України	західні, передгірські райони України
Висока літня $Q_{вл}$	0,1...0,2	2,0...3,0
Весняної повені $Q_{вп}$	0,3...0,5	1,0...1,5
Посівна Q_{noc}	0,002...0,003	0,004...0,005
Меженна $Q_{меж}$	0,001	0,002

3.8.2.2. Гідравлічні розрахунки і встановлення розмірів поперечного перерізу магістрального каналу

Гідравлічні розрахунки виконують для встановлення розмірів поперечного перерізу провідних осушувальних каналів і перевірки швидкості течії води в них. У курсовому проекті їх виконують для магістрального каналу, площа водозбору якого перевищує 5 км².

Розрахункові витрати води визначають залежно від використання осушуваних земель (див. п. 3.4), їх приймають постійними по всій довжині магістрального каналу. Умови проходження цих витрат приймають за табл. 7.

Таблиця 7

Розрахункові витрати води та умови їх проходження в каналах осушувальних систем

Сільськогосподарське використання осушуваних земель	Розрахункові витрати	Умови проходження розрахункових витрат	Розрахункова забезпеченість, %
Польові сівозміни з озимими зерновими	-весняної повені;	в бровках	10
	-висока літня;	в бровках	10
	-посівна;	з запасом 0,7...1,0 м від бровки	10
	-меження	забезпечення безпідпірної роботи впадаючої мережі	50
Польові сівозміни без озимих зернових	-висока літня;	в бровках	10
	-посівна;	з запасом 0,7...1,0 м від бровки	10
	-меження	забезпечення безпідпірної роботи впадаючої мережі	50

Гідравлічні розрахунки виконують за формулами рівномірного руху води у відкритих руслах:

$$V = C\sqrt{R \cdot i}; \quad Q = \omega V = \omega C\sqrt{R \cdot i}; \quad K = \omega C\sqrt{R} = Q/\sqrt{i},$$

де V – середня швидкість течії води, м/с; Q – витрата води, м³/с; K – витратна характеристика, м³/с; R – гідравлічний радіус, м; $R = \omega/\chi$; ω – площа живого перерізу, м²; χ – змочений периметр, м; i – проект-

ний похил дна каналу; C – швидкісний коефіцієнт, залежить від R і n , n – коефіцієнт шорсткості осушувального каналу, для середніх за розмірами русел приймають 0,03. Значення коефіцієнта C можна приймати по табл. 8.

Таблиця 8

Значення коефіцієнта C при $n = 0,03$

R	C	R	C	R	C	R	C
0,05	13,9	0,24	22,5	0,55	28,5	0,95	32,7
0,10	17,3	0,26	23,0	0,60	29,2	1,0	33,3
0,12	18,3	0,28	23,5	0,65	29,8	1,2	34,8
0,14	19,1	0,30	24,0	0,70	30,4	1,4	36,1
0,16	19,9	0,35	25,1	0,75	30,9	1,6	37,2
0,18	20,6	0,40	26,0	0,80	31,5	1,8	38,0
0,20	21,3	0,45	26,9	0,85	31,8	2,0	38,9
0,22	21,9	0,50	27,8	0,90	33,3	2,5	40,6

Проектний похил каналу приймають із поздовжнього профілю (рис.9).

У курсовому проекті для невеликих і середніх каналів гідравлічні розрахунки виконують в такій послідовності:

1. Форму поперечного перерізу каналу приймають трапецієвидною з коефіцієнтом закладання укосів від $m=1$ для стійких глинистих ґрунтів до $m=2,5$ для менш стійких піщаних ґрунтів.

2. Ширину каналу по дну « b » приймають як $b=Q_{сер}/3$, але не менше 0,8 м для каналів, що проектуються по новій трасі, і не менше 1,0 м для каналів, що проходять по існуючих водотоках; $Q_{сер}$ – середня витрата в $м^3/с$ із всіх розрахункових.

3. Задаються різними глибинами наповнення каналу h від 0,1 до 2...3 м і визначають за формулами рівномірного руху швидкості течії води V і витрати Q при цих глибинах. Такі розрахунки виконують в табличній формі (табл. 9).

Таблиця 9

Гідравлічний розрахунок магістрального каналу

b , м	h , м	m	ω , $м^2$	χ , м	R , м	C	i	V , м/с	Q , $м^3/с$
1,0	0,1	2	0,12	1,45	0,08	16,1	0,0004	0,10	0,12
...	0,3	...	0,48	2,34	0,21	21,6	...	0,20	0,04

4. Будують графіки $V=f(h)$ і $Q=f(h)$ (рис.5). Якщо по каналу запроектовано декілька проектних похилів, то треба виконати гідравлічні розрахунки і побудувати такі графіки для всіх ділянок з різними похилами, або побудувати один графік залежності витратної характеристики K від глибин наповнення каналу h , де $K = Q / \sqrt{i} = \omega C \sqrt{R}$.

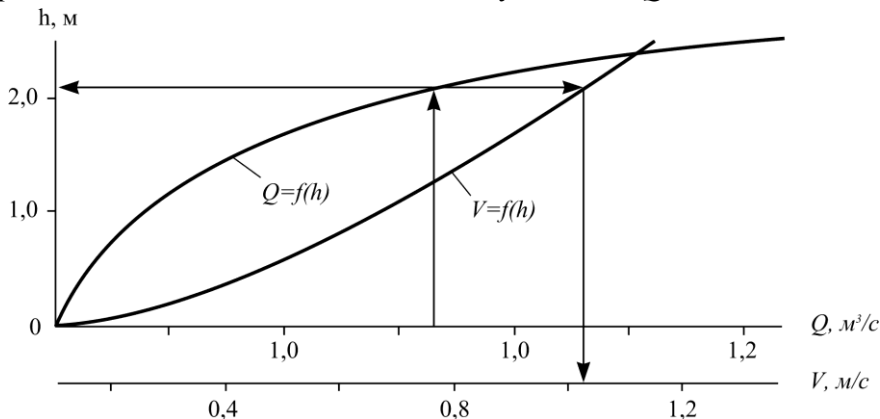


Рис.5. Графіки $V=f(h)$ і $Q=f(h)$ для магістрального каналу

5. З графіків $Q=f(h)$ або $K=f(h)$ знімають (визначають) глибини наповнення каналу водою при всіх розрахункових витратах.

6. Визначають необхідну глибину каналу T як з умов проходження розрахункових витрат води (тобто з умов забезпечення необхідних запасів від горизонтів води при розрахункових витратах до бровки каналу), так і з умов спряження каналів у вертикальній площині.

Із умов проходження розрахункових витрат води необхідна глибина каналу становить:

$$T_1 = h_{\text{нос}} + (0,7 \dots 1,0 \text{ м});$$

$$T_2 = h_{\text{вл}} + (0,0 \dots 0,2 \text{ м});$$

$$T_3 = h_{\text{меж}} + T_{\text{вк}};$$

$$T_4 = h_{\text{вп}} + (0,0 \dots 0,2 \text{ м}).$$

Із умов спряження у вертикальній площині необхідна глибина каналу становить:

$$T_5 = T_{\text{оп}} + (0,3 \dots 0,5 \text{ м});$$

$$T_6 = T_{\text{вк}} + (0,2 \dots 0,3 \text{ м});$$

де $h_{\text{нос}}$, $h_{\text{вл}}$, $h_{\text{меж}}$ і $h_{\text{вп}}$ – глибини наповнення каналу відповідно при посівній, високій літній, меженній і весняної повені витратах, м; $T_{\text{оп}}$ – гли-

бини впадаючих закритих дренажів і колекторів в гирлі, м; $T_{вк}$ – глибина впадаючих відкритих каналів в гирлі, м.

Із обчислених глибин $T_1...T_6$ приймають більшу. Глибину T_4 враховують в випадках, коли в складі сівозмін є озимі зернові.

Коли канал проектується у торфових ґрунтах, будівельну глибину збільшують на величину осідання торфу.

7. У запроектованому каналі перевіряють швидкість течії води на розмив при максимальній розрахунковій витраті води.

Максимальні допустимі швидкості течії води приймають: для піщаних ґрунтів – 0,4...0,9 м/с; для глинистих ґрунтів – 0,9...1,2 м/с; для торфу 0,5...1,4 м/с.

Якщо фактична максимальна швидкість не перевищує допустиму, канал буде стійкий. Якщо фактична швидкість перевищує допустиму, то канал буде розмиватись. Тоді необхідно або зменшувати похил каналу (і виконати новий гідрравлічний розрахунок) або запроектувати кріплення його русла.

3.8.3. Розрахунок закритих дренажних колекторів

Розрахунок дренажних колекторів полягає у визначенні витрат води, які в них надходять, і необхідних діаметрів труб для проходження цих витрат.

Витрати води Q_x , які надходять в дренажний колектор, змінюються від нуля в верхів'ї до максимуму в гирлі (рис.6), і в будь-якому місці визначають за формулою

$$Q_x = q_p \cdot A_x, \text{ л/с},$$

де q_p – розрахунковий модуль дренажного стоку, л/(с·га); A_x – площа дренавання, га.

Розрахунковий модуль дренажного стоку q_p визначають за формулою А.М. Янголя

$$q_p = q_m \cdot k_N \cdot k_\epsilon \cdot k_E, \text{ л/(с·га)},$$

де q_m – типовий модуль стоку; при використанні земель під рілля і весняні пасовища приймається 0,7 л/(с·га); k_N – коефіцієнт, що залежить від річної норми опадів N , приймається:

при $N = 500 \dots 600$ мм	$k_N = 1,0$;
при $N = 600 \dots 700$ мм	$k_N = 1,19$;
при $N = 700 \dots 800$ мм	$k_N = 1,21$;

k_g – коефіцієнт, що залежить від водопроникності ґрунтів:
для слабководопроникних глинистих – 0,7;
для середньоводопроникних суглинків – 0,9;
добреводопроникних піщаних ґрунтів – 1,38;

k_E – коефіцієнт, що залежить від відстані між дренами E приймається:
при $E = 10$ м $k_E = 1,0$;
при $E = 20$ м $k_E = 0,70$;
при $E = 30$ м $k_E = 0,65$.

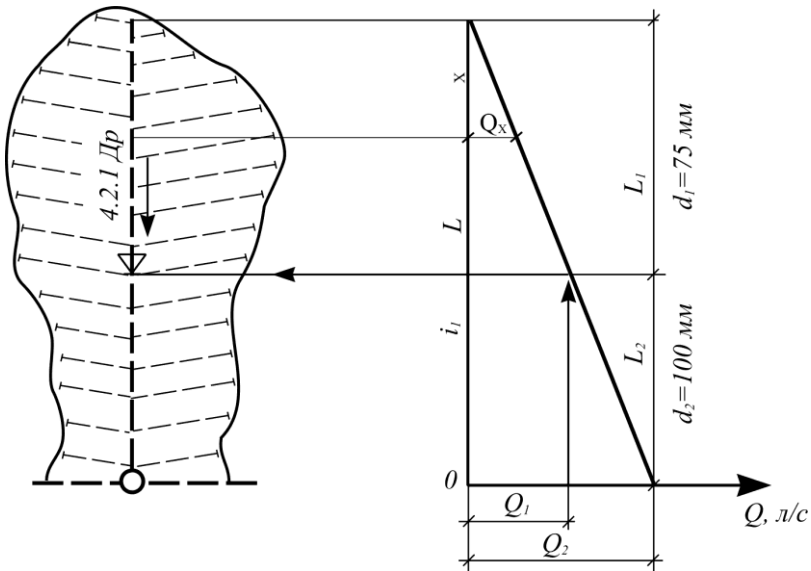


Рис.6. Епюра витрат води в дренажному колекторі і схема підбору діаметрів

Пропускна здатність колекторів Q_{np} і швидкість течії води в них V визначається за табл. 10, складеною за формулами рівномірного руху води і при повному безнапірному наповненні дренажних труб.

У проєкті розрахунок діаметрів закритих колекторів зводиться до визначення місць зміни діаметрів і виконується в такій послідовності:

1) визначають за формулою А.М. Янголя модуль дренажного стоку q_p в л/(с·га);

2) у верхів'ї колектора приймають діаметр $d_1 = 7,5$ см.; при похилі колекторів i (його приймають з поздовжнього профілю) встановлюють з табл. 10 пропускну здатність його Q_1 і швидкість течії води V_1 . Якщо швидкість води V_1 знаходиться в допустимих межах від 0,2 до 1,2 м/с, то цей похил залишають. Якщо V_1 недопустиме, змінюють похил колектора;

3) визначають площу A_1 , яка може обслуговуватись (дренуватись) колектором при d_1

$$A_1 = Q_1 / q_p, \text{ га},$$

4) визначають сумарну довжину дрен ΣL_1 на площі A_1 при відстані між дренами E

$$\Sigma L_1 = 10000 A_1 / E, \text{ м},$$

5) визначають місце зміни діаметра колектора на більший $d_2 = 10$ м. Для цього починаючи з верхів'я колектора підсумовують довжину дрен і в тому місці, де фактична сума довжин дрен досягає ΣL_1 , змінюють діаметр колектора на d_2 .

Далі при d_2 розрахунки повторюють – визначають Q_2 , V_2 , A_2 і ΣL_2 .

На ділянках зі згущеною дренажною мережею (на пониженнях і в блюдцях) фактичну довжину дрен L_ϕ треба переводити в розрахункову L_p

$$L_p = L_\phi \cdot n, \text{ м},$$

де n – коефіцієнт зменшення площі осушення за рахунок зменшення відстані між дренами

$$n = E_{\text{бл}} / E_{\text{осн}},$$

$E_{\text{бл}}$ – відстань між дренами на пониженнях і в блюдцях; $E_{\text{осн}}$ – відстань між дренами на основній частині дренажної системи.

У курсовому проекті ці розрахунки виконують для типових закритих колекторів першого і другого порядків.

Результати розрахунків зводимо в табл. 11.

Таблиця 10

Пропускна здатність дренажних колекторів та швидкість течії води в них

Внутрішній діаметр колектора d , см	Швидкість течії води V , м/с (в чисельнику) і пропускна здатність Q , л/с (в знаменнику) при похилах колекторів												
	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,009	0,01	0,012	0,015	0,02
7,5		0,26 1,16	0,32 1,42	0,37 1,65	0,42 1,84	0,46 2,01	0,49 2,18	0,53 2,33	0,56 2,47	0,59 2,60	0,65 2,86	0,72 3,19	0,83 3,69
10,0	0,22 1,77	0,32 2,50	0,39 3,08	0,45 3,54	0,50 3,96	0,55 4,33	0,59 4,68	0,64 5,01	0,68 5,31	0,71 5,60	0,78 6,10	0,87 6,83	1,00 7,88
12,5	0,26 3,30	0,37 4,71	0,46 5,72	0,52 6,59	0,59 7,43	0,64 8,05	0,69 8,78	0,74 9,31	0,79 9,93	0,83 10,50	0,90 11,40	1,01 12,75	1,17 14,70
15,0	0,29 5,24	0,42 7,45	0,52 9,15	0,59 10,47	0,66 11,97	0,72 12,80	0,79 14,00	0,83 14,80	0,89 15,80	0,94 16,60	1,02 10,12	1,15 20,03	
17,5	0,33 7,91	0,46 11,02	0,57 13,68	0,67 16,10	0,74 17,75	0,82 19,70	0,87 20,85	0,93 22,15	0,96 23,0	1,04 25,0	1,14 27,4		
20,0	0,36 11,24	0,51 15,94	0,62 19,50	0,73 22,60	0,80 25,20	0,88 27,60	0,95 29,8	1,01 31,8	1,07 33,8	0,13 35,6			
25,0	0,41 20,3	0,59 28,9	0,72 35,4	0,83 40,71	0,93 45,6	1,02 49,87	1,10 53,9	1,17 57,66	1,24 61,0				

Підбір діаметрів гончарних колекторів

Номер колектора	Ділянка від ПК до ПК	Діаметр d , см	i	Швидкість V , м/с	Витрата Q , л/с	Розрахункова площа дренування, A , га	Розрахункова довжина дрен ΣL , м	Фактична довжина дрен ΣL , м

3.8.4. Складання поздовжніх профілів відкритих каналів і закритих колекторів

У курсовому проекті поздовжні профілі складають по магістральному каналу ГД, одному типовому відкритому колектору і двох типових закритих колекторах (першого і другого порядків) (рис. 7, 8, 9).

Колектори, по яких складають поздовжні профілі, повинні бути на типовій ділянці і повинні бути послідовно пов'язані між собою.

Поздовжні профілі складають у масштабах: для відкритих каналів – горизонтальному 1:5000 і вертикальному 1:100; для закритих колекторів – горизонтальному 1:2000, вертикальному 1:100.

Складання поздовжніх профілів починають із менших елементів (закритих колекторів), потім переходять до старших елементів (відкритого колектора і магістрального каналу).

Спочатку на планах по вибраних відкритих каналах і закритих колекторах розбивають пікетаж, на пікетах і проміжних точках визначають відмітки поверхні землі. План траси, пікетаж, відстані і відмітки поверхні землі наносять на поздовжні профілі. Показують ґрунти по трасах каналів.

Потім призначають проектні похили закритих колекторів і відкритих каналів, приймаючи їх як середні похили поверхні землі, але не менше 0,002 для закритих колекторів і не менше 0,0002...0,0003 для відкритих каналів. При більш рівномірному похилі поверхні землі призначають один проектний похил по всій довжині закритого колек-

тора або відкритого каналу. Якщо по довжині колектора буде значне (більше 0,2...0,3 м) відхилення в глибині, то призначають декілька проектних похилів.

Далі проектують лінію дна закритих колекторів. Для цього від середньої лінії поверхні землі або від «диктуючої» (самої низької) точки відкладають вниз розрахункову глибину й обчислюють відмітки дна. Якщо поверхня землі має похил менше проектного, то тоді в верхів'ї колектора призначають мінімально необхідну глибину колектора, а до гирла глибина буде збільшуватись згідно з проектним похилом. Розрахункова глибина закритих колекторів приймається на 0,1 м більшою за глибину регулюючих дренажів.

У дренажних колодязях вихідні частини колекторів повинні бути нижчі (мінімум на 2...5 см) за вхідні частини.

На профілях закритих колекторів обчислюють глибини виїмки, показують діаметри і довжини колекторів, поперечний переріз.

Після цього переходять до складання поздовжнього профілю по боковому нерозрахунковому каналу. На профілі цього каналу показують місця підключення закритих дренажних колекторів і відмітки їхнього гирла (відмітки гирла можна показувати тільки по розрахункових колекторах). Далі проектують лінію дна каналу з забезпеченням розрахункової глибини (її приймають з п. 3.8.1) і проектного похилу, перевіряють чи знаходиться дно каналу нижче впадаючих закритих колекторів не менше ніж на 30...50 см. Якщо необхідний перепад не забезпечується, канал поглиблюють. Визначають відмітки дна і глибини каналу по пікетах, показують поперечний переріз і параметри каналу.

Тепер переходять до складання поздовжнього профілю магістрального каналу ГД. Тут також показують місця підключення всіх відкритих і закритих колекторів, а також відмітки їх дна (відмітки дна можна показувати тільки по розрахункових елементах). Далі проектують лінію дна каналу з забезпеченням розрахункової глибини (її приймають з п. 3.8.2.2) і проектного похилу. Показують рівні води при розрахункових витратах. Перевіряють умови спряження ГД із боковими відкритими каналами і закритими колекторами, а також умови проходження розрахункових витрат води в каналі. Потім обчислюють відмітки дна і глибини каналу по пікетах, показують поперечний переріз і параметри каналу.

На профілях в гирлах відкритих і закритих колекторів показують переріз старших каналів із відмітками дна.

3.9. Регулювання водного режиму ґрунтів

Практика експлуатації меліоративних систем показує, що перезволоженні землі потрібно не тільки осушувати, а в посушливі вегетаційні періоди і зволожувати, так як для низки сільськогосподарських культур у цей період спостерігається дефіцит вологи в ґрунті. На це показують також водно-балансові розрахунки (див. п. 3.5).

Осушення, тобто відведення надлишкової води з поверхні ґрунту і зниження рівня ґрунтових вод до норми осушення, здійснюється, в першу чергу, в критичні періоди надмірного зволоження (в весняний передпосівний період і періоди випадання інтенсивних літньо-осінніх дощів). У цей період вся система працює в режимі осушення, всі шлюзи і інші регулюючі споруди відкривають, вони не заважають відведенню надлишкової води.

Після досягнення заданої норми осушення подальше зниження рівня ґрунтових вод не потрібне. Тому в цей період треба затримувати відведення води каналами і гальмувати зниження рівня ґрунтових вод. Для цього шлюзи і колодязі-регулятори потрібно закрити. Це буде попереджувальне шлюзування. За рахунок використання внутрішнього стоку і попереджувального шлюзування частково покривається дефіцит водного балансу.

Коли є гарантоване джерело зволоження (водосховище, велика річка тощо), то можна проектувати більш досконалу осушувально-зволожувальну систему (двосторонньої дії). Зволоження тут може бути підґрунтовим (при спокійному рельєфі і водопроникних ґрунтах) або дощуванням.

У курсовому проекті, як правило, проектують осушувальні системи з попереджувальним шлюзуванням, так як відсутнє гарантоване джерело зволоження (меженні витрати в водотоках дуже малі) і складний рельєф осушуваної території.

3.10. Дорожня мережа і споруди на осушувальній системі

На невеликих осушувальних системах проектують польові та експлуатаційні дороги. Вони повинні забезпечувати заїзд на будь-яку ділянку осушуваної території і під'їзд до великих споруд на каналах. Дороги проектують вздовж осушувальних каналів, в першу чергу, великих, та по межах угідь і полів сівозміни.

Уздовж каналів дороги розміщують на відстані, що дорівнює глибині каналу, їх розташовують, як правило, по розрівняних кавальєрах ґрунту. Дорожнє полотно профілюють, ширину таких доріг приймають 4,5 м, додаткового покриття не передбачають.

У понижених місцях у дорогах влаштовують водозливи в канали. В місцях перетинання доріг із великими водотоками проектують мости, при перетинанні з внутрішньогосподарськими каналами – трубчасті переїзди.

На відкритих каналах проектують також шлюзи-регулятори рівнів води. На осушувальних системах із попереджувальним шлюзуванням шлюзи проектують у гирлах каналів. При значній довжині каналів слід проектувати проміжні шлюзи на таких відстанях, щоб різниця рівнів води верхнього і нижнього б'єсів споруди не перевищувала 40...50 см. Шлюзи бажано розміщувати там, де потрібні і переїзди, тоді шлюзи-регулятори суміщаються з переїздами.

Якщо по трасі каналів є значні перепади поверхні землі, або коли канали проектують із похилами меншими за похили поверхні землі, проектують спряжувальні споруди – перепади або швидкотоки.

На закритій дренажній мережі проектують гирлові споруди і колодязі. Гирлові споруди розміщують у гирлах закритих колекторів. Колодязі на дренажній мережі проектують таких типів:

- а) з'єднувальні – розміщують в місцях з'єднання кількох колекторів, або в місцях різких поворотів колекторів;
- б) поглиначі – влаштовують у замкнених пониженнях («блюдцях») для прийому в дренажну мережу поверхневих вод;
- в) регулятори – застосовують на осушувально-зволожувальних системах для створення підпору води у закритих колекторах за допомогою засувки.

На дренажній мережі можуть бути також колодязі-перепади і колодязі-відстійники.

Усі запроектовані дороги і споруди показують на плані, а в пояснювальній записці вказують довжину доріг, типи і кількість споруд на системі.

3.11. Заходи з охорони довкілля

Осушення земель у цілому покращує водно-фізичні властивості і родючість ґрунтів. Разом з тим, у процесі осушення можуть проявитися і негативні явища – змінюється річковий стік, надмірно знижу-

ються рівні ґрунтових вод, прискорюється мінералізація і спрацювання торфу, мінеральні ґрунти піддаються ущільненню, розвивається ерозія, змінюється рослинний і тваринний світ.

Заходи з охорони довкілля повинні бути направлені на недопущення або послаблення можливих негативних впливів. Серед них можуть бути ґрунтозахисні, водозахисні та заходи щодо збереження флори і фауни.

У курсовому проєкті необхідно зробити загальний опис природоохоронних заходів, для невеликих осушуваних ділянок передбачати таке:

- 1) не проєктувати глибоких осушувальних каналів, їхня глибина повинна бути мінімально необхідною, визначеною в п. 3.8;
- 2) проєктувати шлюзи-регулятори для створення підпорів води в осушувальних каналах і недопущення переосушення земель;
- 3) зберігати рослинний шар ґрунту при будівництві каналів і доріг;
- 4) зберігати дерева вздовж доріг, великих каналів, а також на піщаних горбах;
- 5) застосовувати диференційовану систему культуртехнічних і агро меліоративних заходів.

3.12. Об'єми земляних робіт і вартість будівництва осушувальної системи

Об'єми земляних робіт V з влаштування каналів визначають множенням питомих об'ємів робіт V_n (на 1 п.м. каналу) на їхню сумарну довжину ΣL . Питомі об'єми робіт V_n визначають по кожній категорії каналів по їх середній глибині $h_{сер}$

$$V_n = S \cdot 1 = (v + mh_c) \cdot h_c \cdot 1, \text{ м}^3 \text{ на 1 п.м.}$$

Площа виїмки на ділянках, де канали проходять по існуючих водотоках, приймається в межах 20...40% від повного перерізу S .

Відомість земляних робіт по відкритій осушувальній мережі наведена в табл. 12.

Витрати на будівництво осушувальної системи визначають по питомій вартості і кількості робіт і споруд.

Таблиця 12

Об'єми земляних робіт по відкритих каналах

Номенклатура каналів	Сумарна довжина каналів, ΣL , м	Питомий об'єм робіт, V_n , м ³ на 1 п.м.	Загальний об'єм земляних робіт, V , м ³
Магістральний канал Відкриті колектори і нагірно-ловильні канали			
	В с ь о г о:		

Сумарну довжину закритої дренажної мережі визначають як

$$\sum L = 10000 A_{ntm} / E, \text{ м,}$$

де A_{ntm} – площа нетто осушувальної системи в га; E – відстань між дренами в м.

Розрахунок вартості будівництва осушувальної системи наведений в табл. 13. Тут враховуються крім прямих затрат також накладні (на обслуговування і керівництво будівельною організацією) і планові накопичення (це нормативний прибуток будівельної організації).

Таблиця 13

Розрахунок вартості будівництва осушувальної системи

№ з/п	Найменування робіт	Одиниця вимірювання	Питома вартість, грн.	Об'єм робіт	Загальна вартість, тис.грн.
1	2	3	4	5	6
1.	Земляні роботи по будівництву відкритих каналів	м ³	0,50		
2.	Будівництво гончарного дренажу	п.м.	0,65		
3.	Спорудження колодязів на дренажній мережі	шт.	150...200		
4.	Спорудження гирлових споруд	шт.	80...100		

1	2	3	4	5	6
5.	Спорудження шлюзів-регуляторів:	шт.	5000...10000		
	- на маг. каналі	шт.	4000...5000		
	- на бокових каналах	шт.	2000...4000		
	Спорудження трубчастих переїздів	шт.	5000...6000		
	Спорудження перепадів	км	1000...2000		
	Будівництво профільованих ґрунтових доріг	га	40...80		
	Розчищення площі від чагарнику та дрібнолісу	га	20...40		
	Первинний обробіток ґрунту	га	60...80		
	Глибоке рихлення ґрунту				
			Всього:		
	Накладні витрати		14,5%		
			Всього:		
	Планові накопичення		8%		
	Загальні витрати:				

Рекомендована література

1. ДБН В.2.4.-1-99 «Меліоративні системи та споруди». К. : 2000. 176 с. URL: <http://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-288>.
2. Мелиорация и водное хозяйство. Часть 3. Осушение : справочник / Под ред. Б. С. Маслова. М. : Агропромиздат, 1985. 447 с.
3. Методичні вказівки 01-01-21 до виконання розрахунково-графічної роботи з дисципліни «Основи гідромеліорацій» (розділ «Осушення земель») для студентів за напрямом підготовки 6.060103 «Гідротехніка (водні ресурси)» / Козишкурт С. М., Муранов В. Г. Рівне: НУБГП, 2014. 22 с. URL: <http://ep3.nuwm.edu.ua/131/>
4. Методичні вказівки 01-01-39 до обґрунтування параметрів регулюючої мережі при виконанні розрахунково-графічної роботи з дисципліни «Автоматизація проектування водогосподарсько-меліоративних об'єктів» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) та другого (магістерського) рівня за спеціальністю 194 «Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології» за освітньо-професійною програмою «Водна інженерія та водні техноло-

гії» денної форми навчання / Рокочинський А. М., Турченко В. О., Волк П. П., Коптюк Р. М., Приходько Н. В. Рівне : НУВГП, 2019. 23 с. URL: <http://ep3.nuwm.edu.ua/16355/>

5. Олейник А. Я., Поляков В. Л. Дренаж переувлажненных земель. К. : Наукова думка, 1987. 280 с.

6. Основи гідромеліорацій : навч. посіб. / А. М. Рокочинський, Г. І. Сапсай, В. Г. Муранов та ін.; за ред. проф. А. М. Рокочинського. Рівне : НУВГП, 2014. 255 с. URL: <http://ep3.nuwm.edu.ua/1647/>.

7. Проектування осушувальних систем з основами САПР : практикум / М. О. Лазарчук, А. М. Рокочинський, А. В. Черенков. К. : ІСДО, 1994. 408 с.

8. Сільськогосподарські меліорації /під ред. С. М. Гончарова, Г. С. Потоцького : підручник. К. : Вища школа, 1991. 389 с.

Додаток 1
Таблиця 1

Вихідні ґрунтово-геологічні умови об'єктів осушення

№ варіанту	Місце розташування об'єкту (область)	Основні ґрунти	Коефіцієнт фільтрації ґрунтів, м/добу		Глибина залягання водоупору, м	Причини перезволоження (табл. 2)	Площа водозбору водотоку, км ²
			на основних ділянках	на пониженнях			
1	Волинська	Супісок	0,60	0,40	5,0	1	35,0
2	Рівненська	легкий суглинок	0,45	0,30	6,0	4,2	42,6
3	Житомирська	середній суглинок	0,32	0,26	3,0	6	26,0
4	Київська	важкий суглинок	0,23	0,14	6,5	3,5	13,8
5	Чернігівська	середній суглинок	0,30	0,18	7,5	3	11,3
6	Сумська	супісок	0,70	0,35	6,0	2,5	47,7
7	Львівська	важкий суглинок	0,25	0,18	2,5	6,3	15,0
8	Тернопільська	середній суглинок	0,30	0,19	2,0	6	17,5
9	Хмельницька	легкий суглинок	0,67	0,38	4,5	1,5	25,0
10	Івано-Франківська	середній суглинок	0,42	0,31	4,0	4,5	14,0
11	Вінницька	легкий суглинок	0,65	0,30	3,0	2	19,7
12	Чернівецька	важкий суглинок	0,26	0,16	1,5	3	21,0
13	Закарпатська	важкий суглинок	0,28	0,21	3,5	6	18,3
14	Волинська	легкий суглинок	0,40	0,25	7,0	4,1	40,0
15	Рівненська	середній суглинок	0,35	0,23	8,0	5,3	34,3
16	Житомирська	важкий суглинок	0,20	0,15	2,5	3	31,7
17	Київська	супісок	0,77	0,40	5,5	1,5	36,2
18	Чернігівська	середній суглинок	0,40	0,36	3,5	5	24,7
19	Сумська	легкий суглинок	0,50	0,28	8,5	2	33,7
20	Львівська	важкий суглинок	0,28	0,24	2,5	6,3	20,0
21	Тернопільська	середній суглинок	0,40	0,26	2,0	5,3	22,5
22	Хмельницька	середній суглинок	0,33	0,28	6,5	3	30,5
23	Івано-Франківська	легкий суглинок	0,58	0,37	9,5	1	12,0
24	Чернівецька	важкий суглинок	0,24	0,17	2,0	3,5	13,5
25	Житомирська	середній суглинок	0,37	0,27	10,0	6	37,3
26	Рівненська	супісок	0,80	0,40	4,5	2	28,1
27	Волинська	легкий суглинок	0,55	0,32	4,0	2,5	16,8
28	Київська	середній суглинок	0,35	0,22	9,0	4	45,0
29	Чернігівська	супісок	0,75	0,36	5,5	1	38,4
30	Хмельницька	важкий суглинок	0,22	0,16	1,5	6,3	32,5

Причини надмірного зволоження земель

№ з/п	Основні причини	Супутні причини
1	Високе положення рівня ґрунтових вод	Надходження з прилеглих територій поверхневих і ґрунтових вод
2	Високе положення рівня ґрунтових вод	Надходження з прилеглих територій поверхневих і ґрунтових вод; тривале затоплення русловими водами
3	Повільний стік поверхневих вод	Надходження з прилеглих територій схилових вод; тривале затоплення поверхневими водами
4	Перезволоження ґрунтовими водами, що надходять із прилеглих територій	Повільне стікання атмосферних опадів
5	Підтоплення кореневої частини ґрунту, спричинене підняттям рівня води у водотоках	Надходження з прилеглих територій поверхневих вод; надходження з прилеглих територій ґрунтових вод
6	Надмірне зволоження атмосферними опадами, коли вони повільно поглинаються ґрунтом	Надходження з прилеглих територій поверхневих вод

Додаток 1

Таблиця 3

Вихідні ґрунтово-геологічні умови об'єктів осушення

№ варіанту	Місце розташування об'єкта (область)	Кліматичні дані за вегетаційний період (V – IX) місяці		Запаси продуктивної вологи на початок вегетаційного періоду, м ³ /га	
		сумарні опади, h_o , мм	сума середньодоб. дефіцитів вологості повітря, ΣD_o , мм	для культур раннього посіву	для культур пізнього посіву
1	Волинська	350	660	1660	1350
2	Рівненська	345	685	1750	1580
3	Житомирська	340	690	1890	1530
4	Київська	320	810	2020	1870
5	Чернігівська	315	740	1420	1330
6	Сумська	310	770	1480	1220
7	Львівська	430	605	2000	1750
8	Тернопільська	375	690	1960	1580
9	Хмельницька	365	730	1830	1620
10	Івано-Франківська	425	620	1850	1660
11	Вінницька	330	790	1780	1590
12	Чернівецька	395	625	1790	1680
13	Закарпатська	465	700	2090	1920
14	Волинська	350	660	1710	1400
15	Рівненська	345	685	1800	1630
16	Житомирська	340	690	1940	1580
17	Київська	320	810	1820	1670
18	Чернігівська	315	740	1370	1280
19	Сумська	310	770	1500	1240
20	Львівська	430	605	1980	1730
21	Тернопільська	375	690	1990	1610
22	Хмельницька	365	730	1900	1690
23	Івано-Франківська	425	620	1820	1630
24	Чернівецька	395	625	1880	1770
25	Житомирська	345	685	1850	1680
26	Рівненська	340	690	1790	1430
27	Волинська	320	810	1870	1720
28	Київська	350	660	1760	1450
29	Чернігівська	315	740	1270	1180
30	Хмельницька	365	730	1930	1730

Додаток 2**Таблиця 4****Розрахункові схеми сівозмін сільськогосподарських культур**

№ варіанту	№ сільськогосподарських культур на полях і їхня черговість (див. табл. 5)
1	1, 1, 4, 10, 9, 6, 7
2	1, 1, 4, 11, 7, 5
3	1, 1, 1, 3, 11, 7, 9, 5
4	1, 1, 3, 7, 12, 6, 13, 16
5	1, 1, 4, 16, 9, 15
6	2, 3, 14, 13, 8, 6
7	2, 4, 11, 7, 6, 16
8	9, 7, 4, 2, 11, 5
9	7, 1, 1, 3, 4, 13, 16
0	2, 4, 9, 7, 15, 8

Примітка: Варіант сівозміни приймається за останньою цифрою номера залікової книжки.

Таблиця 5**Сільськогосподарські культури і їх врожайність**

№ сільськогосподарської культури	Сільськогосподарські культури	Проектна врожайність, т/га
1	Багаторічні трави на сіно	4,0 ... 5,0
2	Однорічні трави на зелений корм	20 ... 30
3	Озима пшениця	2,9 ... 3,5
4	Озиме жито	2,7 ... 3,2
5	Ячмінь	3,0 ... 3,6
6	Овес	3,0 ... 3,4
7	Кукурудза на силос	30 ... 45
8	Зернобобові на зелений корм	30 ... 35
9	Картопля	20 ... 25
10	Буряк кормовий	37 ... 43
11	Буряк цукровий	41 ... 45
12	Буряк столовий	40 ... 45
13	Морква	40 ... 45
14	Помідори	20 ... 25
15	Капуста пізня	30 ... 35
16	Льон (волокно)	0,6 ... 0,7

**Техніко-економічні показники проекту осушувальної
(осушувально-зволожувальної) системи**

Показники	Кількість	
	всього	на 1 га нетто
Площа осушення, га		
- брутто		
- нетто		
Коефіцієнт земельного використання		
Із загальної площі осушується, га		
- відкритою мережею		
- гончарним дренажом		
Площа зволоження, га		
- по гончарним дренам		
- дощуванням		
Загальний дефіцит води у посушливий період 75% забезпеченості за опадами, м ³		
Довжина відкритих каналів, км		
- загальна		
в т.ч.:		
- магканалу		
- відкритих колекторів		
- нагрірно-ловильних каналів		
Споруди на відкритій мережі, шт.		
- всього		
в т.ч.:		
- шлюзів-регуляторів на ГД		
- шлюзів-регуляторів на боковій мережі трубчастих переїздів		
Споруди на закритій мережі, шт.		
- всього		
в т.ч.:		
- гирлових споруд		
- колодязів		
Протяжність доріг, км		
Об'єм земляних робіт, м ³		
Загальна вартість будівництва, грн.		